

---

# Introdução à Visualização: um Panorama

Maria Cristina F. de Oliveira

---

Rosane Minghim

Depto. de Ciências de Computação

ICMC, USP

2010/2011

---

# Desafio

- É preciso tornar os dados acessíveis e fornecer às pessoas recursos adequados para interpretá-los
  - <http://www.gapminder.org/>
  - Ferramentas de visualização de dados
  - Organização com fins não lucrativos cujo objetivo é tornar acessíveis e transparentes dados sobre o desenvolvimento humano mundial
  - Fontes: UM, UNESCO, ONGs,
  - *Search statistics through Google and watch it move with Gapminder*

---

# Panorama

- Motivação
- Visualização Científica
- Visualização de Informação
- Mineração Visual e Analítica Visual
- Desafios
- Bibliografia

---

# Motivação

**Metáforas visuais fazem parte do processo cognitivo humano...**

Cognição: a aquisição ou o uso de conhecimento

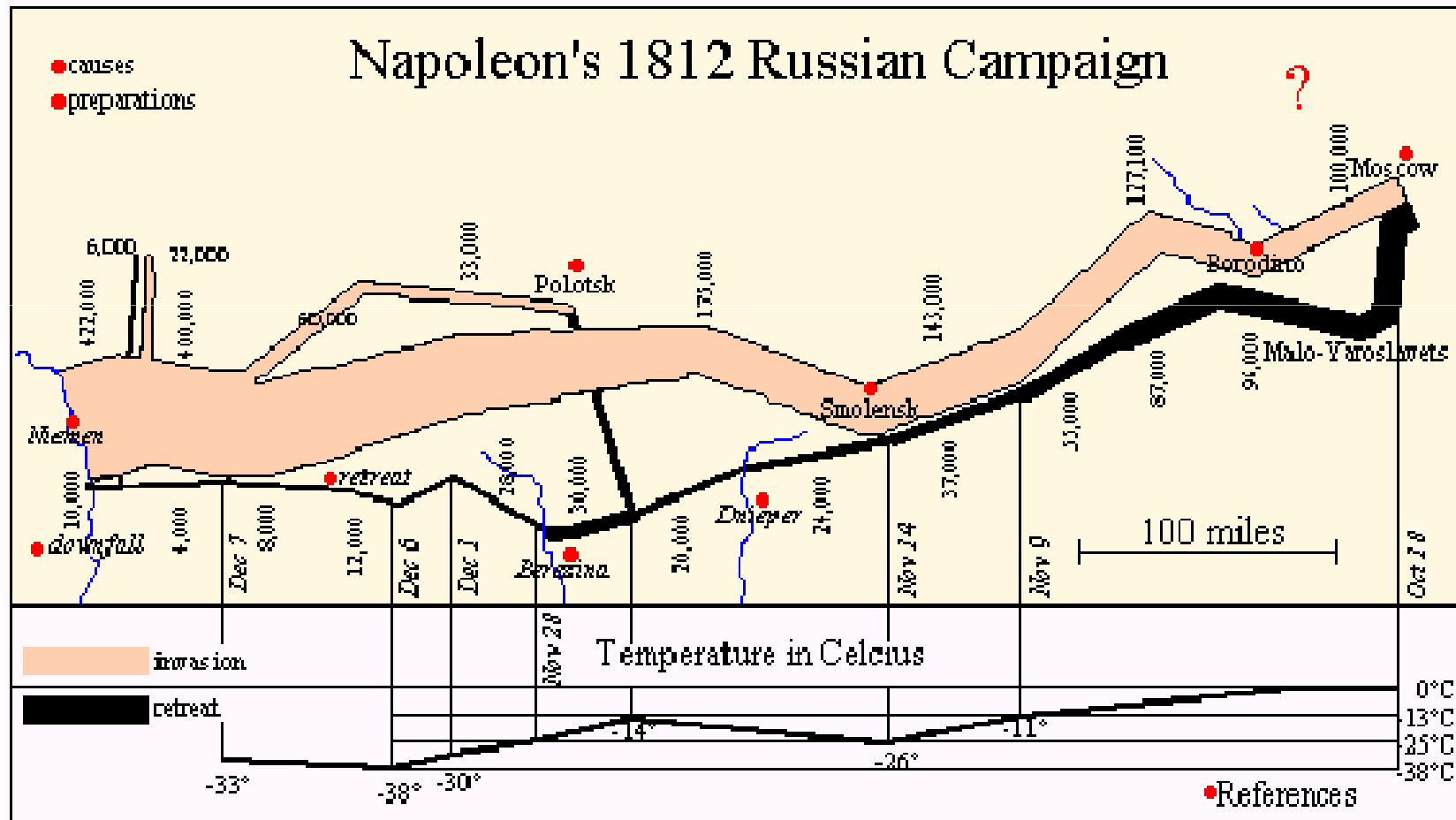
“Visualizar: construir na mente uma representação visual”

*Shorter Oxford English Dictionary*

Definição “tradicional”

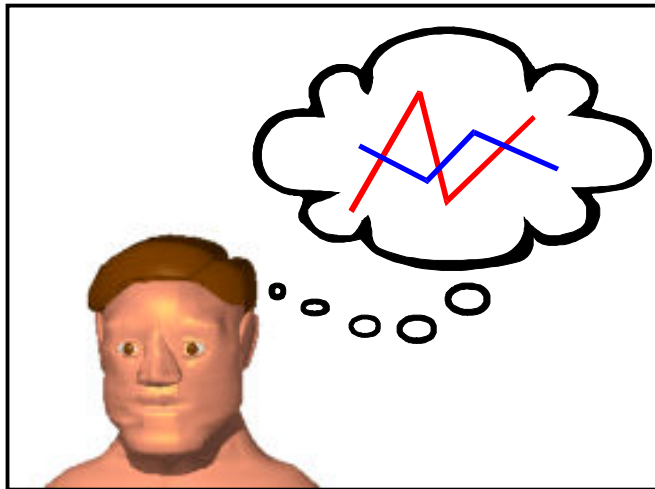
---

<http://www.edwardtufte.com/tufte/minard>

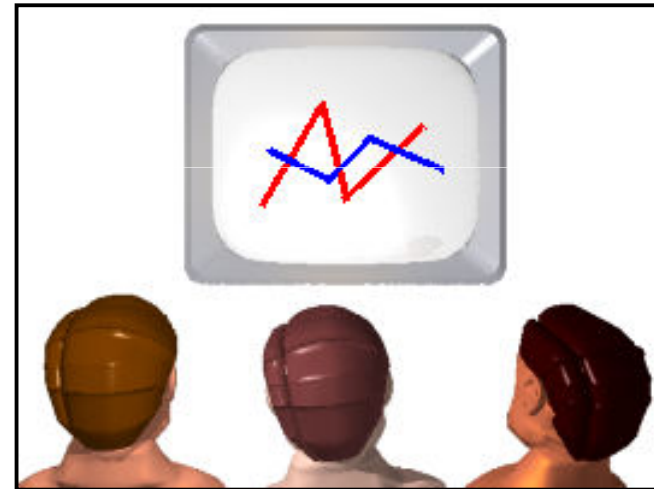


---

# Visualização como Artefato



Construção Interna



Artefato Externo

Suporte à tomada de  
Decisão

---

# Visualização

"Uma representação gráfica de dados, ou conceitos"  
*C. Ware, Information Visualization, Perception for Design*

"O uso de representações visuais de dados interativas e apoiadas por computador, para ampliar a cognição"  
*Card et al., Readings in Information Visualization*

Definições "contemporâneas"

---

---

# Visualização

- Área de pesquisa que estuda o uso de representações gráficas (metáforas visuais) para apoiar tarefas de exploração, análise e interpretação de dados
- Modelos gráficos acoplados a estratégias de interação: exploração dinâmica de dados
- A partir de 'dados', gera representações gráficas (imagens) interpretáveis pelas pessoas



---

# Visualização

Hamming 1973: "*the purpose of computation is insight, not numbers*"

Card et al. 1999: "*the purpose of visualization is insight, not pictures*"

Principais objetivos desse "*insight*": descoberta, verificação de hipóteses, tomada de decisões, explicação

A Visualização é útil na medida em que amplia a nossa capacidade de executar essas e outras tarefas cognitivas

---

---

# Visualização

- **Motivação**
  - Muito fácil coletar e armazenar dados
  - Muito difícil processar, analisar e interpretar todos os dados coletados, identificar o que é relevante
  - Volume dos dados muito grande
  - Dimensionalidade dos dados muito alta
  - Natureza dos dados muito diversa
    - Registros, textos, imagens, vídeos, voz, ...
- **Desafios para pesquisadores...**

---

# Visualização

- Contraposição com
  - Visão Computacional
    - Ponto de partida são imagens adquiridas, que são processadas e analisadas para extrair informação útil
    - Análise das imagens pelo sistema computacional (processo automático)
    - Objetivo seria dotar um sistema de discernimento visual comparável ao do ser humano

---

# Visualização

- Contraposição com
    - Computação Gráfica
      - Ponto de partida são modelos geométricos, a partir dos quais gera imagens ‘realistas’ – foco é ‘ilusão’, não interpretação
      - Entretanto, modelos geométricos precisos as vezes são gerados a partir de dados ‘reais’... animações realistas podem ser geradas a partir de simulações de processos físicos...
      - CG ou Visualização??!
-

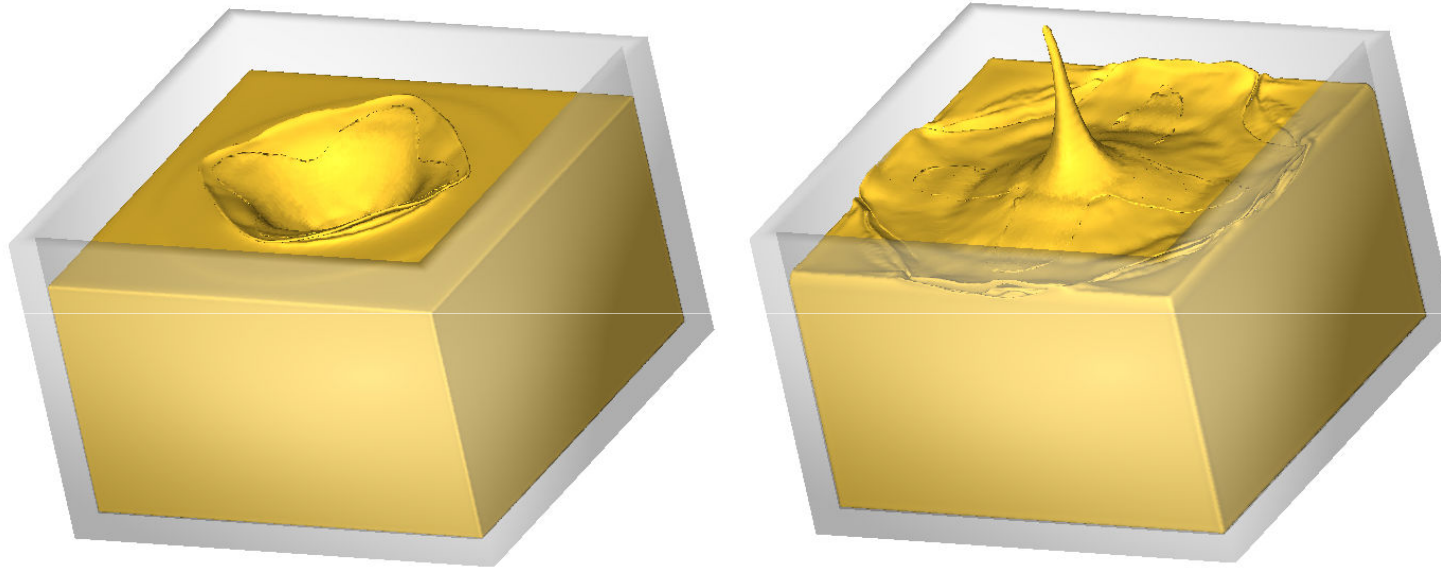
# Reconstrução



Créditos: Helton BÍscarro, LCAD, 2005

---

# Escoamentos



Computing & Visualization in Science, 2000  
Int. J. Numerical Methods in Fluids, 2002

---

# Visualização

- Visualização no Processo de Análise de Dados
  - Conceitos básicos
    - Comp. Gráfica, Dados, Malhas, Técnicas, Pipeline de VisualizaçãoExemplos
  - Visualização Planar e Volumétrica
    - Escalares, Vetoriais, Tensores
    - Imagens e Volumes
    - Visualização Médica
  - Representação de Dados
  - Visualização de Informação
    - Pontos, Atributos, Grafos, Projeções, Aplicações
  - Mineração Visual de Dados
-

---

# Visualização

- Periódicos

- The Visual Computer
- Computer Graphics Forum
- IEEE Computer Graphics and Applications
- IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics
- Computers & Graphics

- Livros

- Principais

MINGHIM, R.; OLIVEIRA, M. C. F.; JAI 03 -“Uma Introdução à Visualização Computacional”, JAI’97 - Jornadas de Atualização em Informática, XVII Congresso da SBC, Brasília, 2 a 8 de Agosto de 1997, pp.85-131.

SCHROEDER, W.J.; MARTIN, K.; LORENSEN, W. - The Visualization Toolkit - An Object-Oriented Approach to 3D Graphics, Prentice-Hall, 4ª edição 2006.

Telea, A. Data Visualization – Principles and Practice, A.K.Peters, 2008

---



---

# Visualização

- Livros:

- Leitura Complementar

- Minghim, R.; Levkowitz, H – Visual Mining of Text Collections, Eurographics Tutorial Notes 11, 2007.

- Maria Cristina Ferreira de Oliveira, Haim Levkowitz: From Visual Data Exploration to Visual Data Mining: A Survey. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. 9(3): 378-394 (2003).

- Spence, R. Information Visualization, Addison Wesley, 2001.

- Usama Fayyad, Georges G. Grinstein, Andreas Wierse (eds.) Information visualization in data mining and knowledge discovery, Morgan Kaufmann, c2002 .

- Chen, Chaomei – Information Visualization, Springer 2004.

- Vladimir Geroimenko and Chaomei Chen - Visualizing the Semantic Web : XML-based Internet and information visualization., Springer, 2006.

- ... Demais livros: no site e na biblioteca

- Site: [wiki.icmc.usp.br](http://wiki.icmc.usp.br)

---

---

# Visualização

- Avaliação Graduação
  - Grupos de duas: Projeto envolvendo uma das duas opções:
    - Realizar a visualização de um ou mais conjuntos de dados
    - Implementar e testar uma técnica de visualização
  - Individual: Duas Provas (1+1)
    - Datas provas: 11/10 e 8/11
  - P.A.E.: Rafael Messias Martins: [rmmartins@gmail.com](mailto:rmmartins@gmail.com)
-

---

# Visualização

---

---

# Visualização

- Científica

Dados Médicos, Meteorológicos, Fluidos

- de Informação

Bases de Dados, Web, Carga em Redes, Relações Humanas

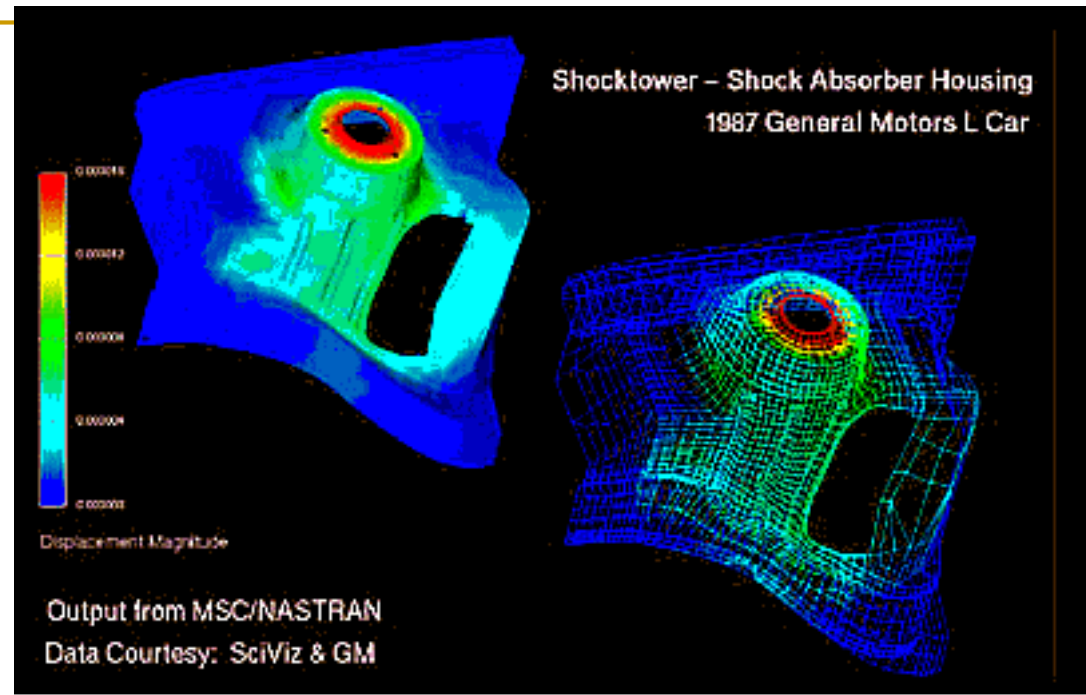
- de Software

Projeto, Depuração, Teste

---

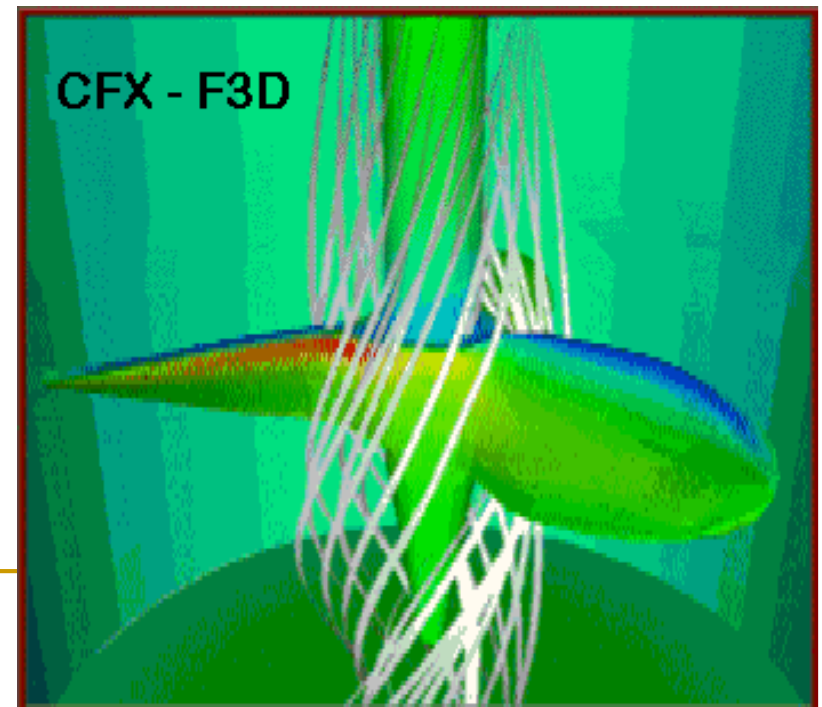
ViSC

Exemplos



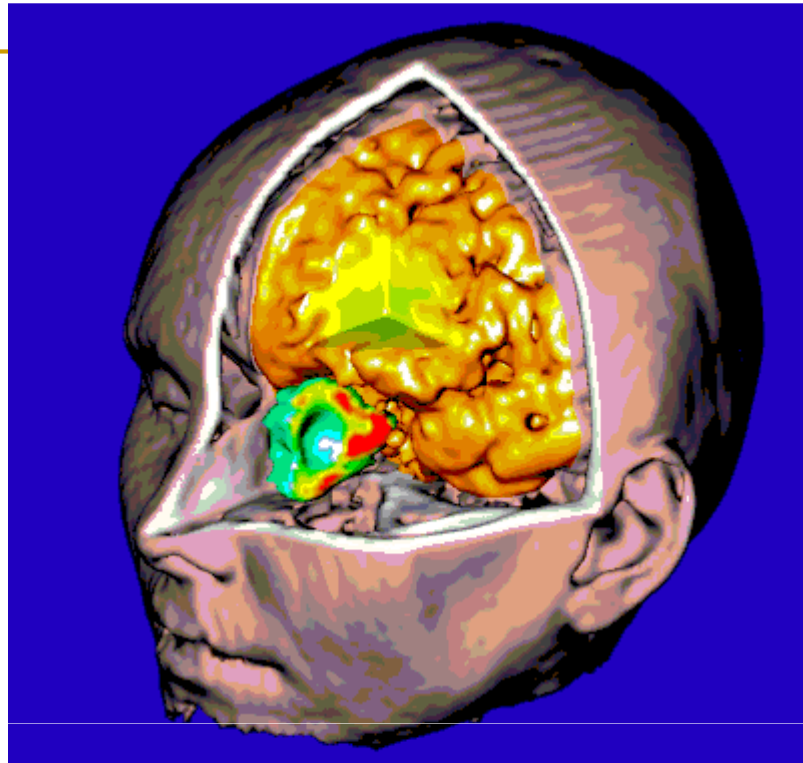
Engenharia

Simulação - CFD



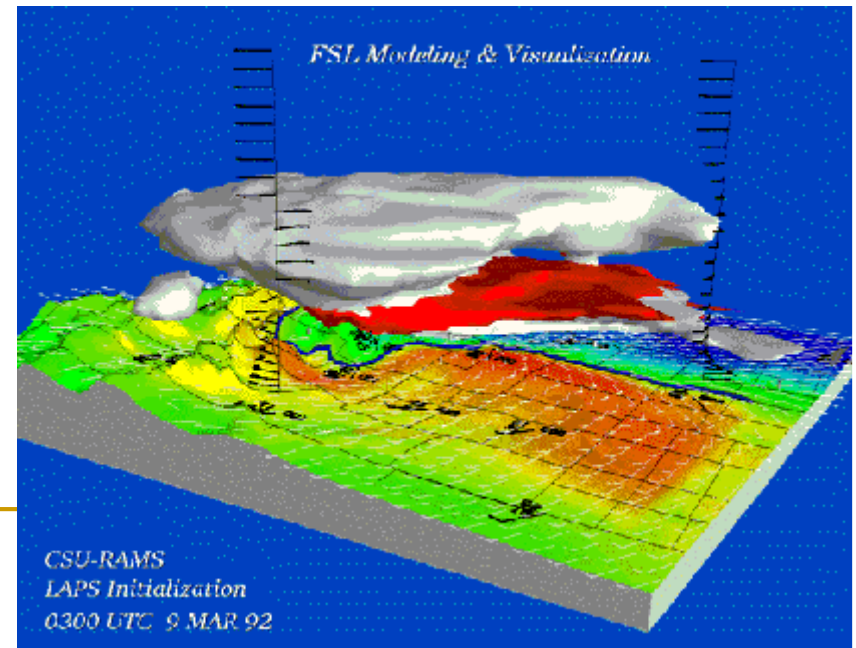
ViSC

Exemplos



Medicina

Meteorologia

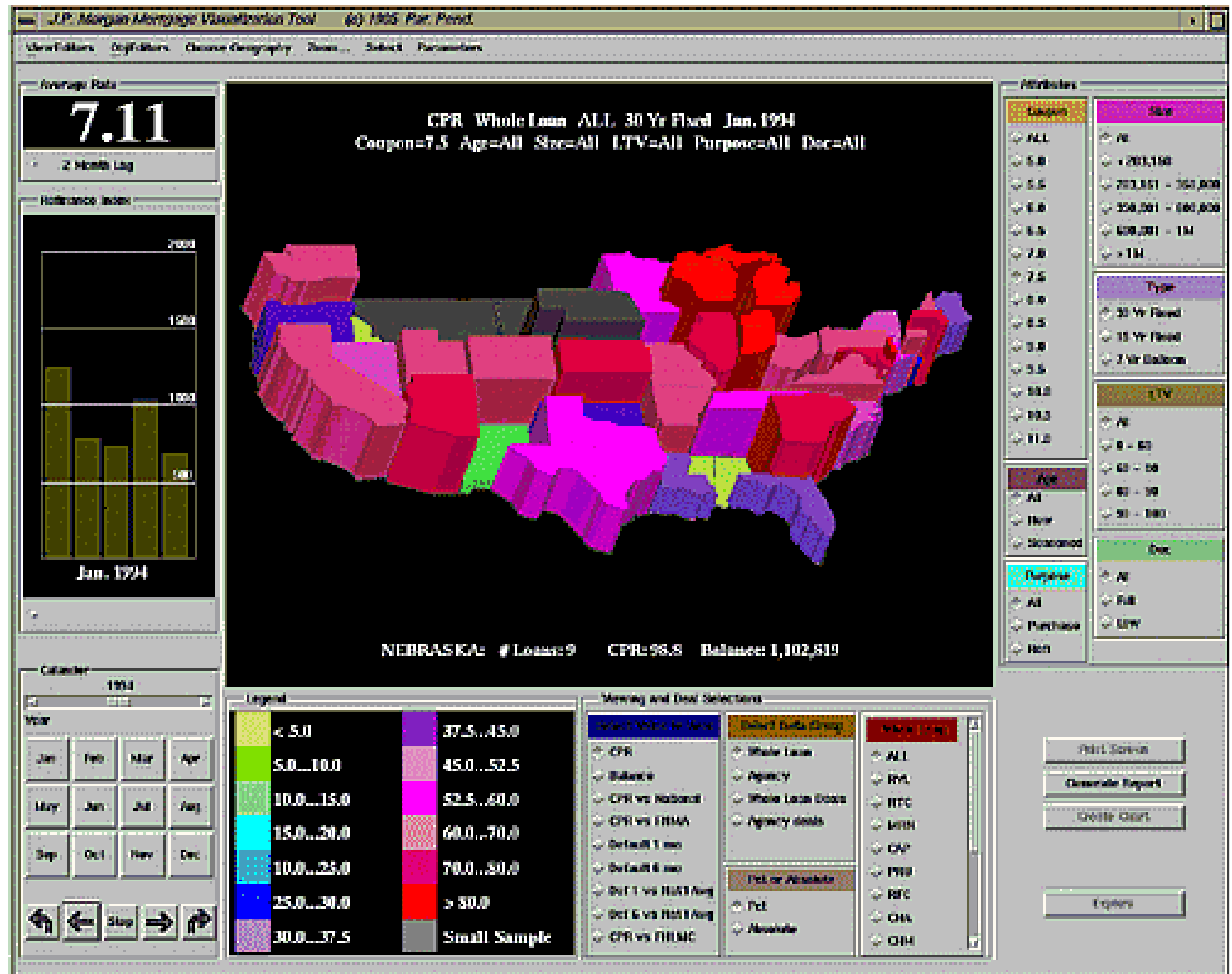


# InfoVis

## Exemplo

Dados

Financeiros



---

# Visualização Científica

- Dados ‘científicos’
  - Têm uma representação geométrica conhecida, real ou imaginária. P.ex., órgãos do corpo humano, moléculas, ...
  - Resultantes de processos físicos, medidos, coletados ou simulados: atributos espaciais (e temporais) são determinantes para a visualização
- Interação com CG, HCI, matemática...
  - ‘Reconstrução’ de modelos geométricos, simulação numérica, *rendering* adequado dos modelos



---

# Visualização de Informação

- Dados ‘abstratos’
  - Não têm uma representação geométrica (espacial) inerente; qualquer representação adotada é arbitrária (atribuída)
  - Ex.: transações de clientes em uma base de dados, acessos a um *site* na Web, movimentação financeira na bolsa de valores, hierarquia de diretórios, coleções de textos, ...
  - Em geral, coletados, medidos ou ‘criados’
- Interação com HCI, ‘design’ gráfico, semiótica, estatística, mineração...

---

# Visualização de Informação

- Visualização Multidimensional
- Visualização Exploratória
- Metáforas visuais para ajudar pessoas a explorar/analisar dados
- Modelos gráficos acoplados a estratégias de interação  $\Rightarrow$  processos dinâmicos de exploração

---

# Visualização de Informação

- Dados estruturados
  - Tabelas de registros com múltiplos atributos (numéricos ou categóricos)
- Dados não estruturados
  - Textos, imagens, ...

---

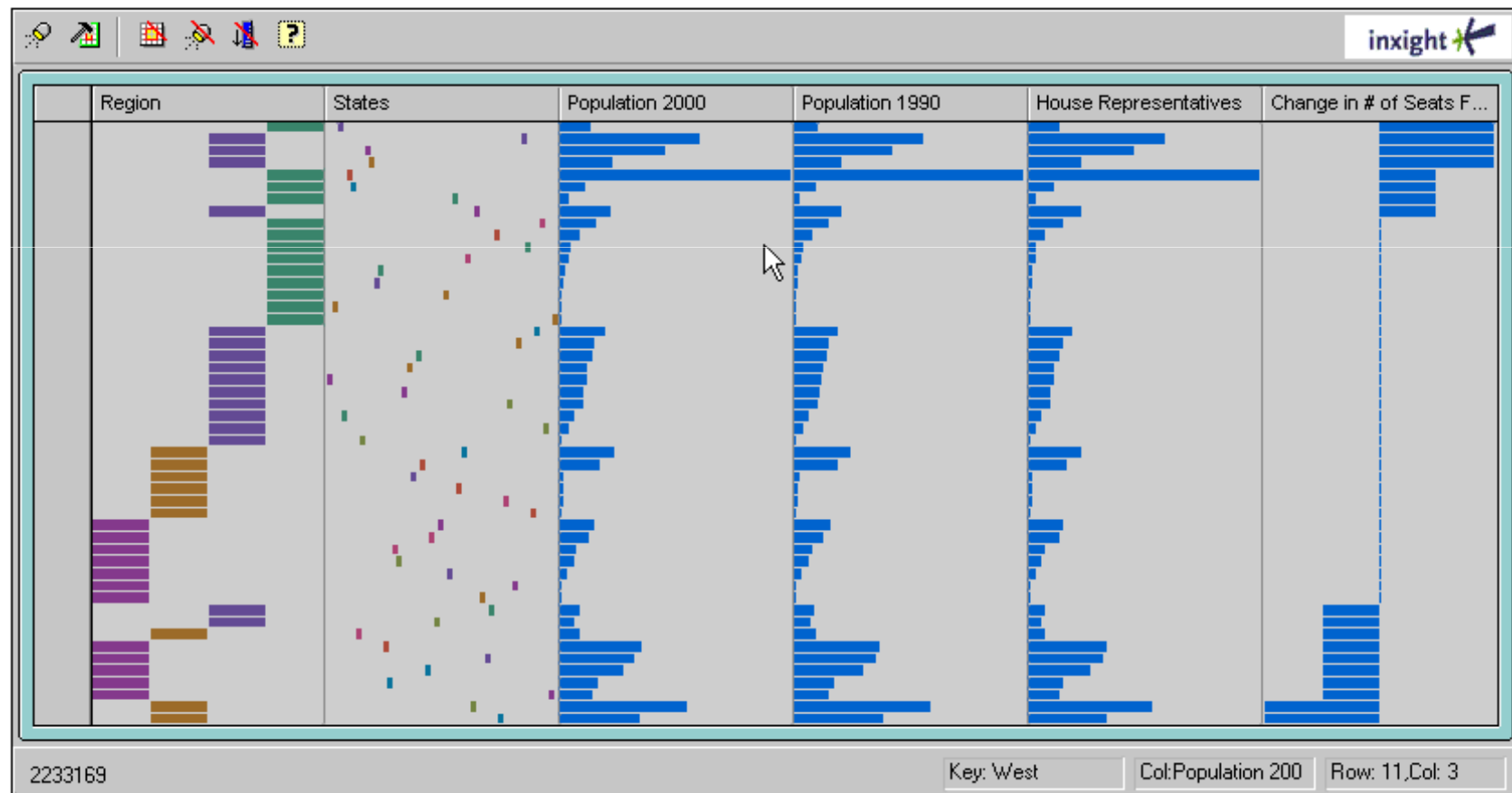
# Visualização de Informação

## Exemplos de Produtos Comerciais

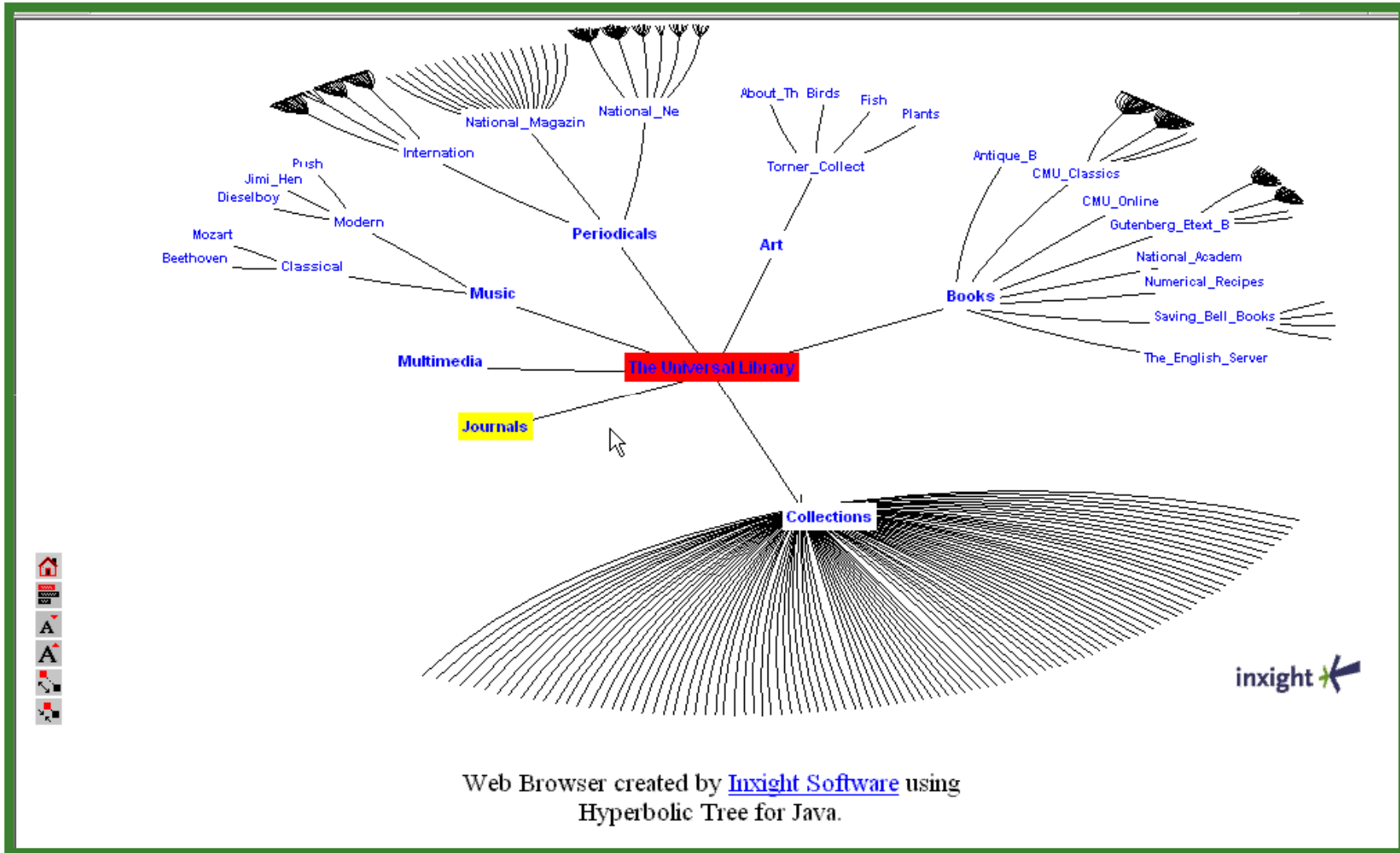
- Inxight TableLens e Star Tree
  - <http://www.inxight.com/products/sdks/tl/>
  - <http://www.inxight.com/products/vizserver/>
  - Demos
- SpotFire DecisionSite
  - <http://www.spotfire.com>

**This data includes the resident population of the 50 States from Census 2000 and from Census 1990. It also includes the changes in the number of House Representatives in each state.**

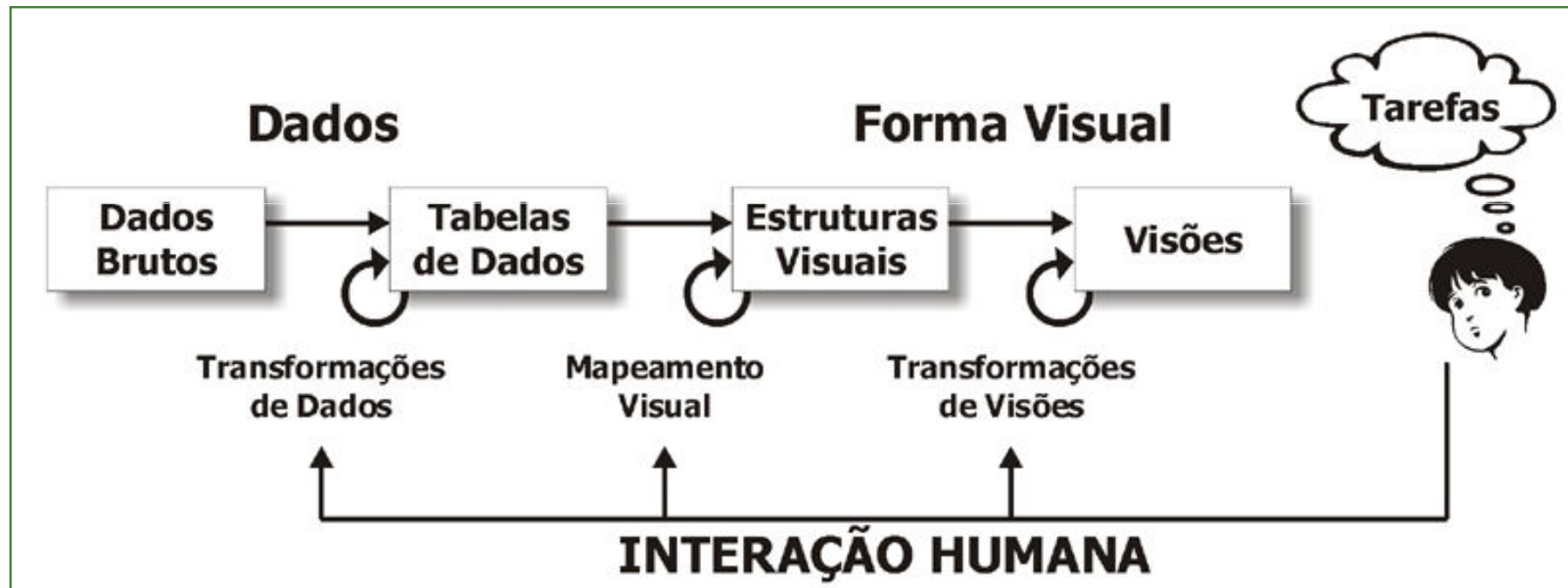
- 1) Which states gained the most seats due to the 2000 Census?
- 2) Which states lost the most seats?
- 3) Which 5 states are the most populated? How about 10 years ago?
- 4) Which region of the country gained seats and which region lost seats?



# Exemplo: *Hyperbolic Tree*



# Processo de Visualização: Modelo de Referência (Card et al. 1999)



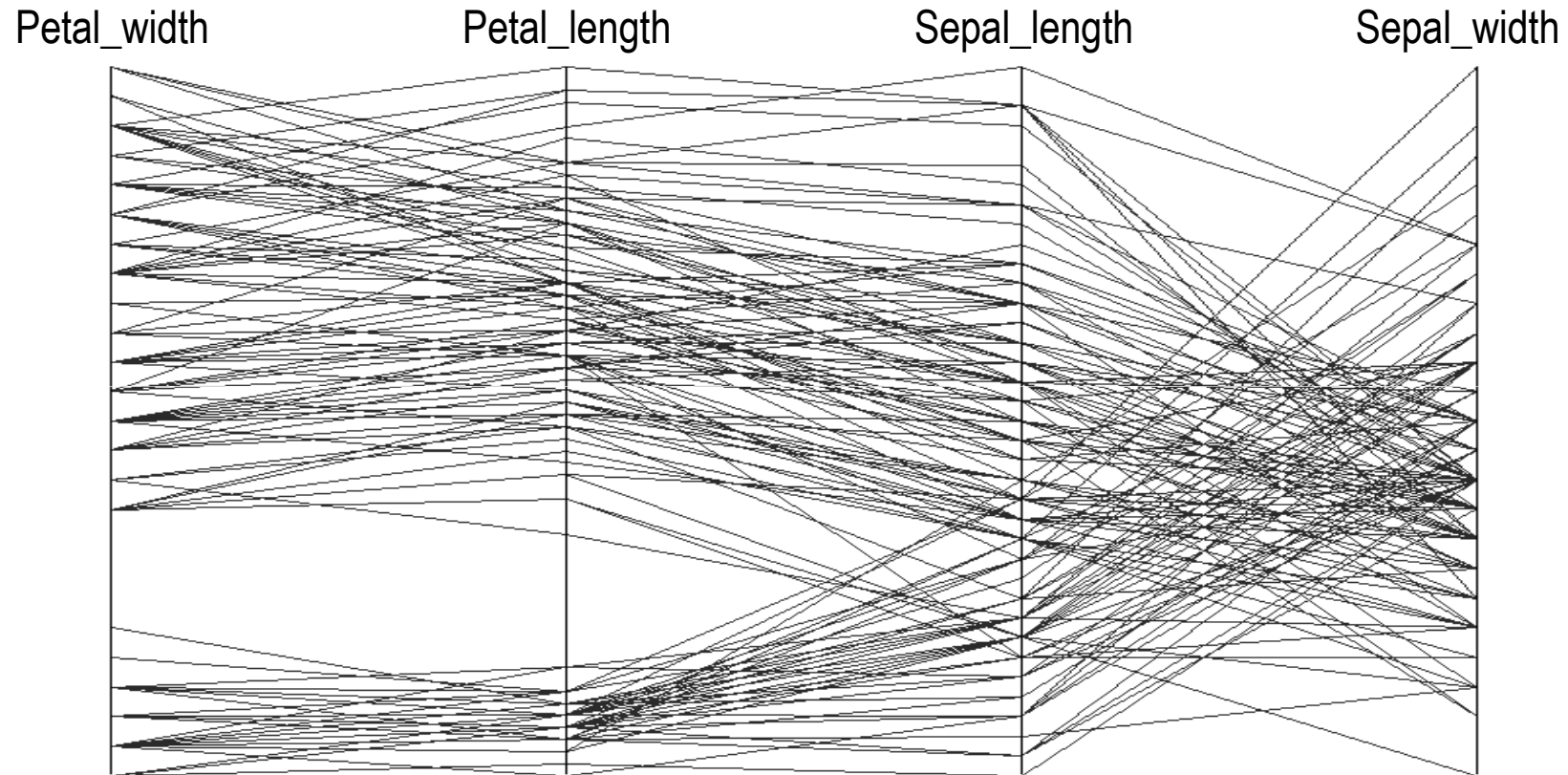
---

# Comparação ViSc x InfoVis

- Em ambos os casos, ocorre um processo de 'especialização' da informação: dados são mapeados em um espaço 2D ou 3D
- Especialização determina a representação geométrica visível com a qual o usuário interage
- *ViSc*: geometria do modelo (explícita ou não) **determinada** pelo domínio
- *InfoVis*: geometria do modelo **atribuída** pelo 'designer' da representação visual



# Exemplo: Coordenadas Paralelas

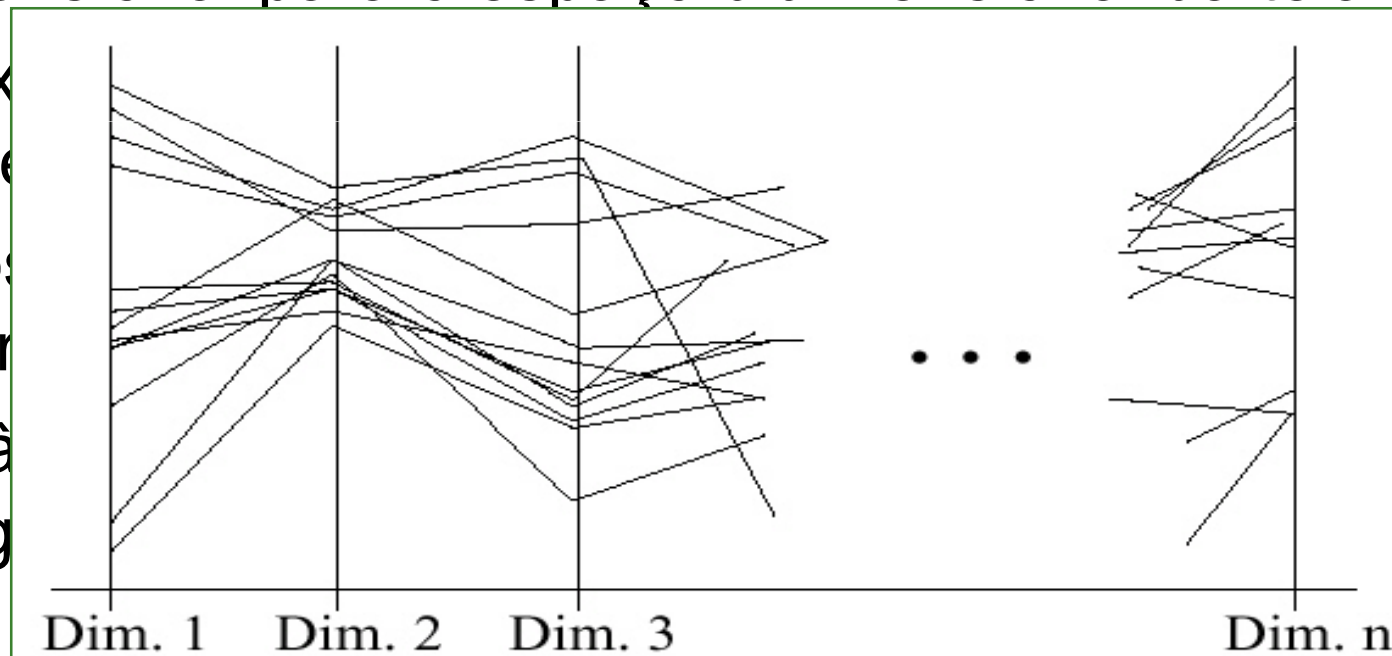


*Iris flower data: 3 classes de flores*

# Exemplo: Coordenadas Paralelas

- ❑ Inselberg (1985) – geometria computacional
- ❑ Projeta instâncias definidas em um espaço n-dimensional para o espaço bidimensional da tela

- ❑ n-eixos dos eixos
- ❑ Eixos de valores
- ❑ Instâncias poligonais



---

# Exemplo: *Hyperbolic Tree*

- Demo
- <http://www.inxight.com/products/sdks/st/>

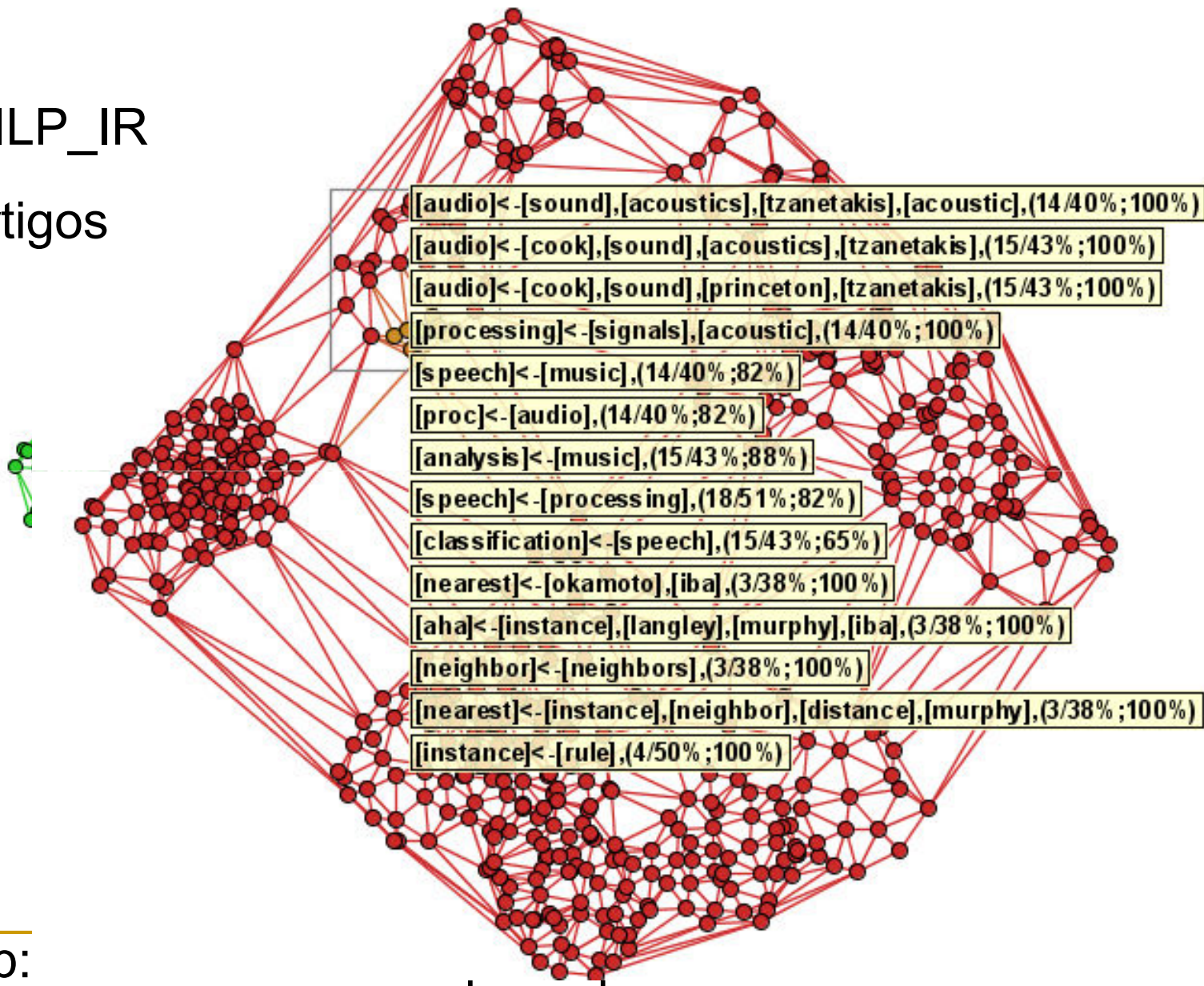
E

Min  Max

;

CBR\_ILP\_IR

574 artigos



http:

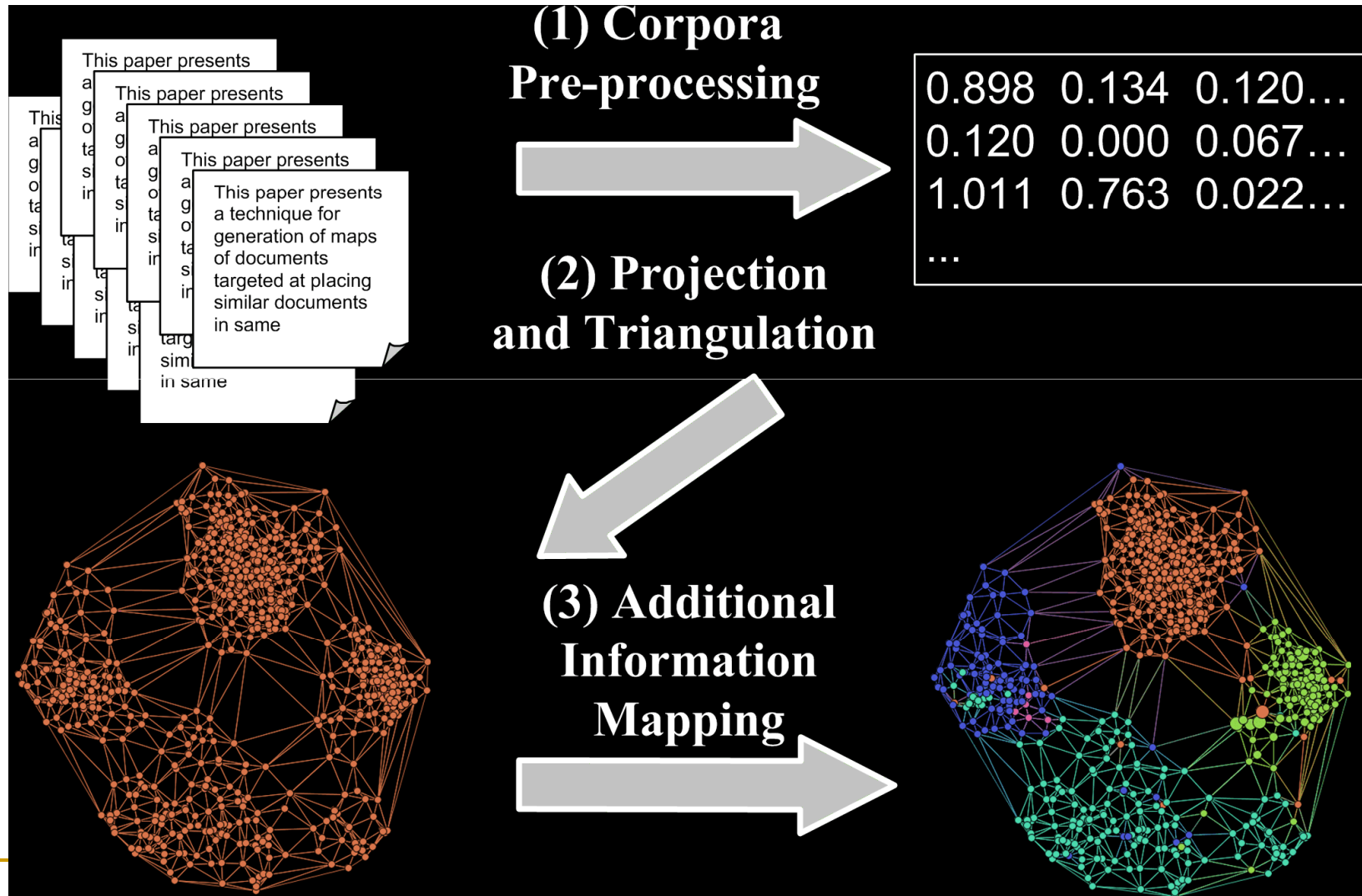
Paulovitch & Minghim, IV 2006, p. 245-251

---

# Mapas de documentos

- projeção 2D de instâncias de dados definidas em um espaço multidimensional ( $nD$ )
- Instâncias são corpus de documentos
  - Cada texto representado por um vetor  $nD$
  - $n$  determinado pelo número de termos na coleção
  - Em geral,  $n$  é grande, i.e., dimensionalidade alta
- Pontos próximos são 'similares'
  - Definição de 'similaridade' entre documentos
  - P.ex., medidas de distância entre os vetores  $nD$

# Mapas de documentos



Projection Explorer Web (PEX-Web)

Retrieved Documents

[VisAD Home Page](#)  
... for interactive and collaborative visualization and an  
VisBio for Biological Visualization and Analysis using  
<http://www.ssec.wisc.edu/~billh/visad.html>

[Creative Visualization - Attracting Success with M](#)  
Creative visualization, imagination and thought power  
Creative Visualization. Power of Affirmations. Power  
[http://www.successconsciousness.com/index\\_00000](http://www.successconsciousness.com/index_00000)

Nearest Neighbors

[Class Syllabus: Meditation Course \(Includes Crea](#)  
This course is virtually rich in exercises for mind-bod  
healing emotions, inspiring creativity, and stimulating  
<http://research.universalclass.com/i/research/6416-syl>

[The Power Of Visualization](#)  
What is visualization? Visualization is one of the great  
studies show that visualization, married to resilient fee  
<http://ezinearticles.com/?The-Power-Of-Visualization&>

[The Healing Power of the Mind and Visualization](#)  
... offers suggestions on ways to maximize success o  
healing process. ... The Healing Power of the Mind an  
<http://healing.about.com/od/visualization/a/howzerofoiv>

Welcome visualization

Commands

Color 'creative' Size ... Edges KNN-R2-2 Number documents 987

Search creative Go Reproject

[Creative Visualization - Attracting Success with Mind](#)  
[http://www.successconsciousness.com/index\\_0000](http://www.successconsciousness.com/index_0000)

Windows taskbar: Iniciar, xapac..., 4 Ne..., D:\Cris..., Micros..., image..., PT, Google, 17:41

---

# Mapas de documentos

- Projeção: redução de dimensionalidade
  - Pontos próximos no espaço nD devem ser mantidos próximos no espaço 2D
  - Várias maneiras de projetar...
- Mapas: exploração interativa de coleções de documentos texto
  - IDMAP, ProjClus, LSP (*Least Squares Projection*)
  - PEX: Projection Explorer, e PEX-Web
  - R. Minghim, F. Paulovitch e R. Pinho



---

# Visualização

- Ferramentas de Análise de Dados
    - Estatística, Mineração, Visualização
  - Por que Visualização
    - Habilidade de expressar muita informação
    - Percepção de propriedades não antecipadas
    - Facilita a percepção simultânea de características dos dados em grande e pequena escala
    - Apoio a processos de formação de hipóteses
    - Apoio a tarefas de pré-processamento dos dados
    - Detecção de problemas, limpeza, seleção, ...
-

---

# Visualização - Desafios

- Processos cognitivos difíceis de serem modelados
  - Ainda falta muito para que técnicas sejam usadas de forma efetiva por uma gama ampla de usuários
- Criar "boas" representações visuais não é trivial
- Disponibilizar ferramentas efetivas não é simples (funcionalidades e interação)
  
- Escalabilidade

---

# Visualização - Desafios

- Excesso de dados, de natureza complexa
  - Enormes volumes, dimensionalidade alta (muitos atributos), diferentes tipos de dados, diferentes organizações, diferentes mídias, *streaming data*...
- Como tratar tanto volume e variedade?
- Como saber o que é realmente relevante?

---

# Visualização - Desafios

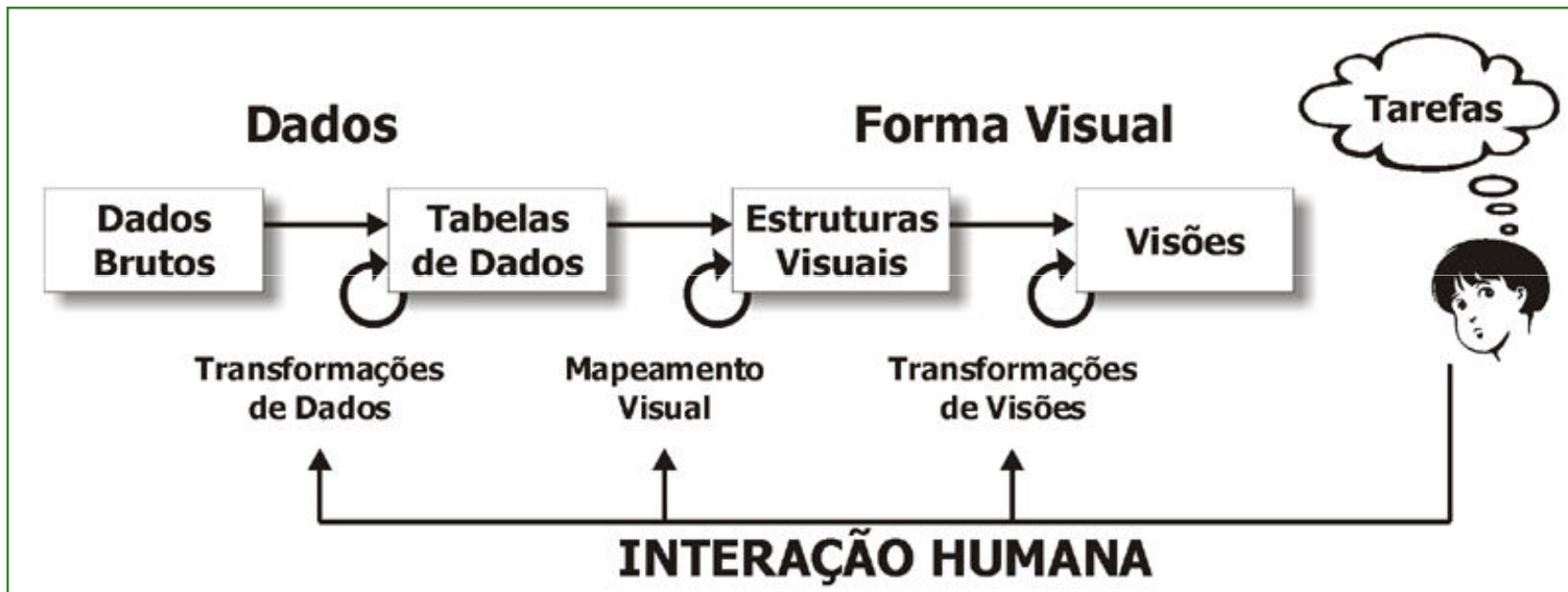
- Mineração
- Interação

---

# Papel da interação

- Aumentar a escalabilidade visual, dada a limitação física dos dispositivos
  - Limitar a quantidade de informação
  - Manter o contexto global
  - Visão geral e detalhe
  - Filtragem
- Viabilizar a visualização simultânea de diferentes representações
  - Coordenação entre múltiplas visualizações
  - *Link-and-brush*

# Papel da interação



---

# Papel da interação

- *Visual Information Seeking mantra*
- Overview first, zoom and filter, then details-on-demand [Shneiderman, 1996]

---

# Papel da Mineração

Visualização direta dos dados

VS

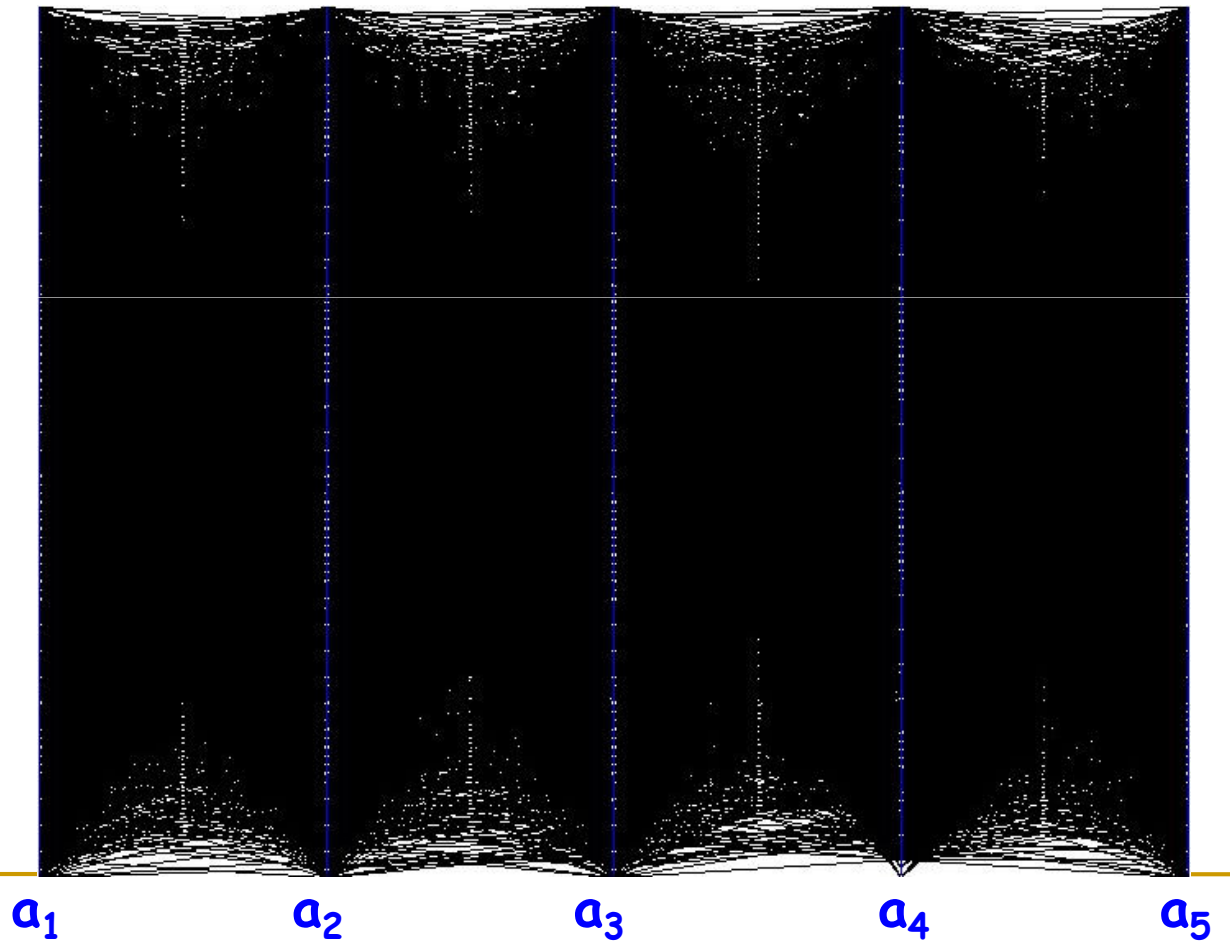
Visualização de conteúdo/informação  
'relevante' embutido nos dados



# Problema

Dados sintéticos, 7,500 registros 5-d

Como  
analisar???

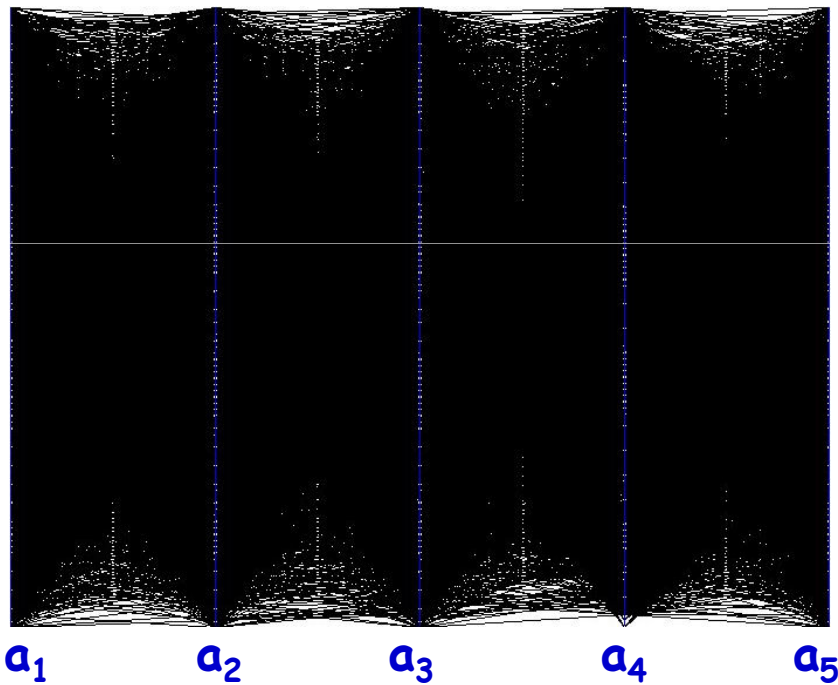


---

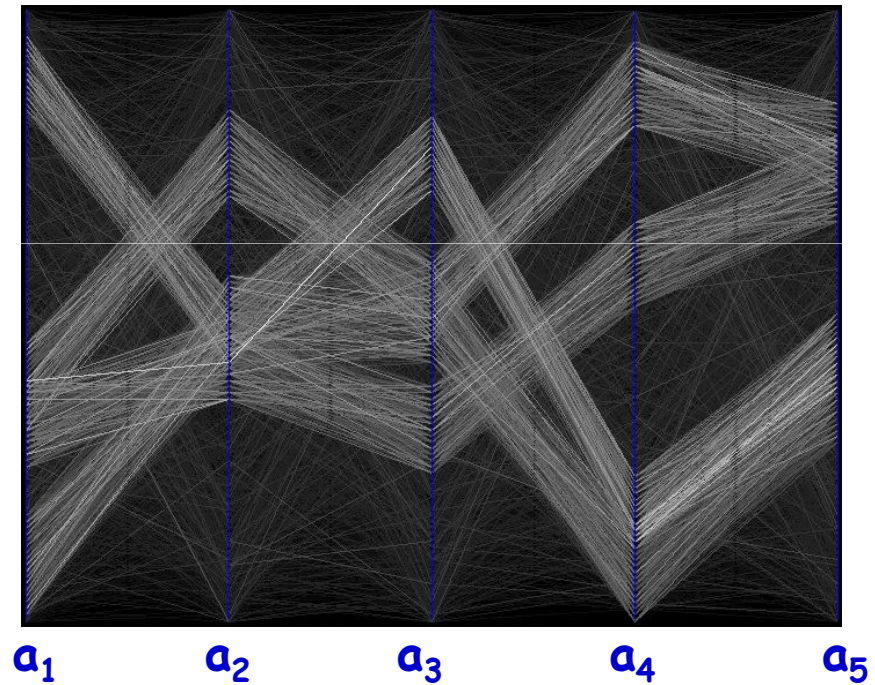
# Problema

- Instância do problema (mais genérico) de mapear individualmente itens de informação
  - Sobreposição e sobrecarga visual
  - Várias abordagens na literatura buscam identificar e realçar informação relevante em visualizações ‘sobrecarregadas’

# IPC Plots



O que???



Agrupamentos...

---

# Mineração Visual

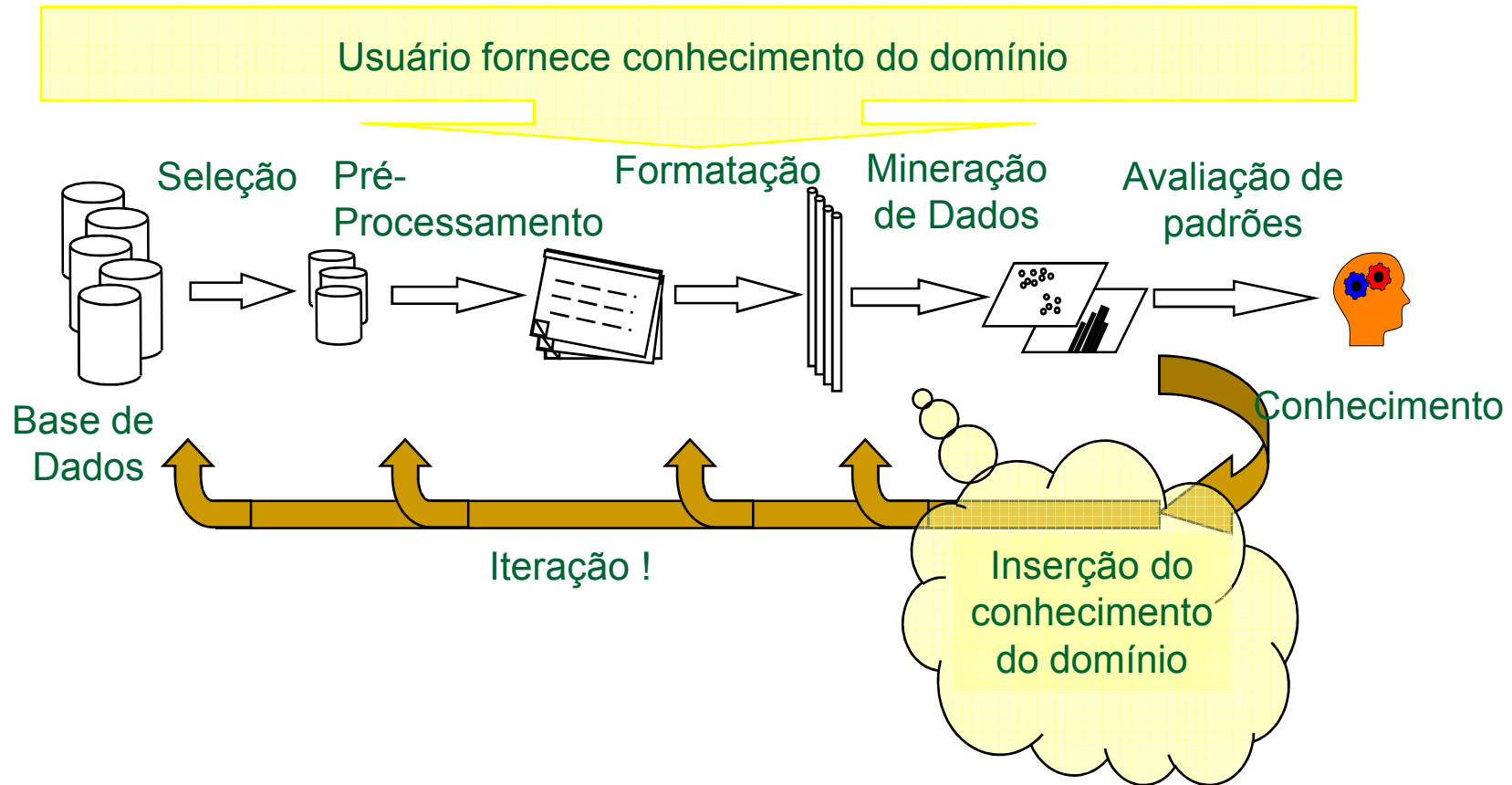
- Contraposição com Mineração
  - Etapa do problema (mais geral) de extrair conhecimento de dados (Aprendizado de Máquina)
  - Ponto de partida são arquivos de dados, processados *automaticamente* com o objetivo de extrair modelos que ‘explicam’ os dados
  - Modelos têm por objetivo descrever ou prever o comportamento dos dados
  - Exemplos: classificar, agrupar, identificar associações, ...

---

# Mineração Visual

- Convergência de Mineração e Visualização
- Metáforas visuais para apoiar usuários de tarefas de mineração
- Motivação
  - ‘Minerar’ dados automaticamente é difícil, e nem sempre produz resultados compreensíveis/úteis
  - Visualizar dados brutos (sem minerar, ou extrair modelos) nem sempre é possível/interessante/útil

# Processo de Descoberta "Centrado no Usuário"



---

# Mineração Visual de Dados – Definição (Ankerst 2000)

- “VDM é um passo no processo de extração de conhecimento (KDD) que utiliza a visualização como um canal de comunicação entre computador e usuário para apoiar a identificação de padrões novos e interpretáveis”
  - Posicionamento nas duas últimas fases do processo: mineração de dados e avaliação
  - Identifica três categorias de VDM

---

# Categorias de VDM (Ankerst 2000)

- Visualização dos dados
    - Usuário tem total controle sobre a busca por padrões
    - Focalizar/delimitar espaço de busca
  - Visualização dos resultados de uma mineração
    - Apoiar a interpretação dos modelos extraídos
  - Visualização acoplada ao processo de mineração
    - Direcionar a busca
    - Fornecer conhecimento sobre o domínio, por exemplo, para adaptar um núcleo genérico (para diferentes aplicações) com a intervenção do usuário
  - Mineração acoplada ao processo de visualização?
-



---

# Categorias de VDM (Wong 1999)

- **Fracamente acoplada**
  - Visualização "intercalada" com estratégias analíticas de mineração
  - Apoiar pré-processamento, interpretação de resultados,...
  - Abordagem limitada: reforça limitações de uma e de outra...
- **Fortemente acoplada**
  - Visualização "integrada" em estratégias analíticas de mineração
  - Dar ao usuário maior controle e entendimento sobre o processo analítico, apoiando a tomada de decisões
  - Criação de representações visuais do espaço de busca

---

# Desafios, segundo, segundo D. Keim (IV 2006)

- Mantra modificado
- *“Analysis first, show the important, zoom, filter & analysis, details on demand.”*
- Análise em tempo real, de informação em larga escala e dinâmica, vinda de fontes diversas (precisa ser integrada), em diferentes formatos e resoluções (precisa ser processada na resolução adequada)

---

# Desafios: *Visual Analytics*

- Science of Analytical Reasoning
- Ampliar a capacidade humana de análise de informação é problema estratégico
  - 2004: National Visualization and Analytics Center, EUA (<http://nvac.pnl.gov/>)
  - *Department of homeland security*
  - Foco: contra-ataque ao terrorismo

---

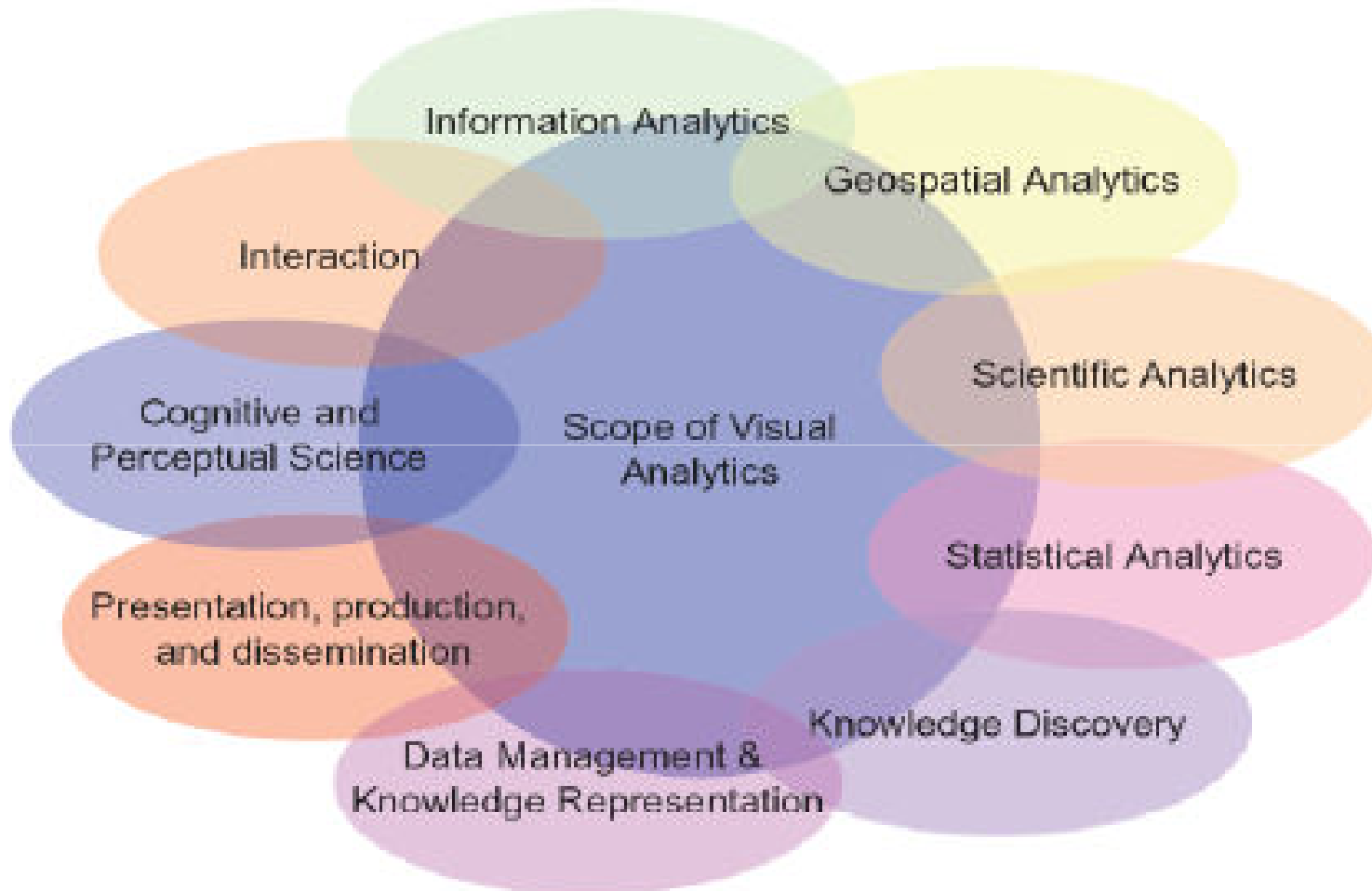
“Visual Analytics is the science of analytical reasoning facilitated by interactive user interfaces”

“Visual analytics requires interdisciplinary science beyond traditional scientific and information visualization to include statistics, mathematics, knowledge representation, management and discovery technologies, cognitive and perceptual sciences, decision sciences”

Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, IEEE Press, 2005

---

# Desafios: *Visual Analytics*



---

<http://nvac.pnl.gov/>

---

# Bibliografia

- Card, S.K.; Mackinlay, J.D.; Shneiderman, B. (eds.) Readings in Information Visualization, Using Vision to Think. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1999.
- Keim, D.A. Visual Exploration of Large Databases. Communications ACM, Vol. 44(8), 2001.
- Keim, D.A. Information Visualization and Visual Data Mining. IEEE Trans. Visualization & Computer Graphics, Vol 8(1), pp. 1-8, 2002.
- Wong, P.C.; Bergeron, R.D. 30 Years of Multidimensional Multivariate Visualization. In G.M. Nielson et al. (eds.): Scientific Visualization Overviews, Methodologies and Techniques, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, pp. 3-33, 1997.

---

# Bibliografia

- Oliveira, M.C.F.; Minghim, R. Uma Introdução à Visualização Computacional, JAI Jornadas de Atualização em Informática, XXVII Congresso da SBC, 1997, 42p.
- Freitas, C.M.D.S.; Chubachi, M.O.; Luzzardi, P.R.G.; Cava, R.A. Introdução à Visualização de Informações. Revista de Informática Teórica e Aplicada, Vol. 8(2), pp. 143-158, 2001.
- Nascimento, H.A.D.; Ferreira, C.B.R. Visualização de Informações, Uma Abordagem Prática. JAI Jornadas de Atualização em Informática, XXV Congresso da SBC, 2006, 51p.

---

# Bibliografia

- Friedhoff, R.M. Visualization, The Second Computer Revolution, 1991.
- Keller & Keller. Visual Cues, Practical Data Visualization, IEEE CS Press, 1992.
- Spence, R. Information Visualization, 1. ed., ACM Press, 2000.
- Ware, C. Information Visualization, Perception for Design. Morgan Kaufman Pub., Academic Press, 2000. 438p.
- Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, IEEE Press, 2005



---

# Bibliografia

- Hibbard's Top Ten Visualization Problems, em <http://www.siggraph.org/publications/newsletter/v33n2/columns/hibbard.html>
- Johnson's Top Scientific Visualization Research Problems, *IEEE Computer Graphics & Applications*, July-Aug. 2004 24(4), pp. 13- 17.
- Conferências: *IEEE Symposium on Information Visualization* e *Information Visualization* (acessíveis na IEEE Digital Library) e *IS&T/SPIE Visual Data Analysis*